

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-187130

(P2017-187130A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.
F16H 49/00 (2006.01)

F1
F16H 49/00 A

テーマコード(参考)

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-77087(P2016-77087)
(22) 出願日 平成28年4月7日(2016.4.7)

(71) 出願人 000003137
マツダ株式会社
広島県安芸郡府中町新地3番1号
(74) 代理人 100067828
弁理士 小谷 悦司
(74) 代理人 100115381
弁理士 小谷 昌崇
(74) 代理人 100176304
弁理士 福成 勉
(72) 発明者 岡本 和夫
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

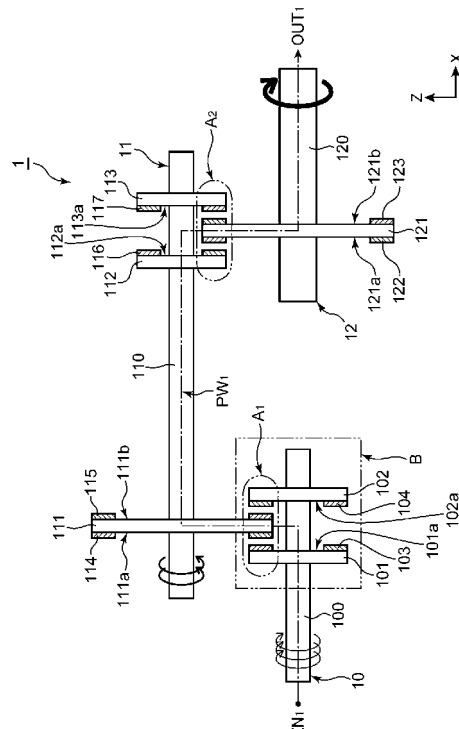
(54) 【発明の名称】 動力伝達装置および駆動装置

(57) 【要約】

【課題】伝達ロスの低減を図ることができるとともに、高い信頼性を実現することができる動力伝達装置および駆動装置を提供する。

【解決手段】ローラ10とロータ11とは、回転軸100と回転軸110とが平行かつ互いに間隔をあけた状態で配置されている。ロータ10のロータディスク101、102には、各主面101a、102aの外縁部に複数の磁石103、104が各々配置されている。ロータ11のロータディスク111は、X軸方向においてロータディスク101、102の間に配置され、外縁部の一部同士が対向する。ロータディスク111の一方の主面111aの外縁部には複数の磁石114が配置され、他方の主面111bの外縁部には複数の磁石115が配置されている。領域A₁において、磁石114と磁石103は互いに間隔をあけて対向し、磁石115と磁石104は互いに間隔をあけて対向している。ロータ10とロータ11は同期連動する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 ロータおよび第 2 ロータを備える動力伝達装置であって、
 前記第 1 ロータは、
 第 1 方向に延びる第 1 回転軸と、
 前記第 1 回転軸に固定され、前記第 1 方向に直交する第 2 方向を径方向とする第 1 ロータディスクと、
 前記第 1 ロータディスクの一方の主面の外縁部、および前記第 1 ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第 1 磁石と、
 を有し、
 前記第 2 ロータは、
 前記第 1 方向に延び、かつ、前記第 1 回転軸に対して前記第 2 方向に間隔をあけて配置されてなる第 2 回転軸と、
 前記第 2 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 2 ロータディスクと、
 前記第 2 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 方向において前記第 1 ロータディスクを挟んで前記第 2 ロータディスクとは反対側に、前記第 1 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 3 ロータディスクと、
 前記第 2 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 1 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 2 磁石と、
 前記第 3 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 1 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 3 磁石と、
 を有し、
 前記複数の第 1 磁石の一部と、前記複数の第 2 磁石の一部および前記複数の第 3 磁石の一部とは、互いに間隔をあけた状態で対向し、
 前記第 1 ロータと前記第 2 ロータとは、前記複数の第 1 磁石と、前記複数の第 2 磁石および前記複数の第 3 磁石との磁力をもって同期した状態で連動することを特徴とする動力伝達装置。

10

20

【請求項 2】

前記複数の第 1 磁石の一部と、前記複数の第 2 磁石の一部および前記複数の第 3 磁石の一部とが互いに間隔をあけた状態で対向する領域において、
 対向する前記第 1 磁石と前記第 2 磁石は、一方が S 極であって、他方が N 極であり、
 対向する前記第 1 磁石と前記第 3 磁石は、一方が S 極であって、他方が N 極であり、
 かつ、前記第 1 ロータディスクをその厚み方向に挟んで前記第 1 方向に背中合わせに配置された 2 つの前記第 1 磁石は、一方が S 極であって、他方が N 極であることを特徴とする請求項 1 記載の動力伝達装置。

30

【請求項 3】

前記第 2 ロータディスク、および前記第 3 ロータディスク、および前記第 2 回転軸は、磁性材料からなる
 ことを特徴とする請求項 2 記載の動力伝達装置。

40

【請求項 4】

前記複数の第 1 磁石の一部と、前記複数の第 2 磁石の一部および前記複数の第 3 磁石の一部とが対向する領域における、磁石対向面積を S_1 、 S_2 とし、
 前記第 2 ロータディスク、および前記第 3 ロータディスクにおける、内部磁路面積を S_3 、 S_4 とし、
 前記第 2 回転軸の前記第 2 方向での断面積を S_5 とするとき、
 S_1 および S_2 に対して、 S_3 および S_4 および S_5 は、同等以上であることを特徴とする請求項 3 記載の動力伝達装置。

【請求項 5】

前記第 1 ロータディスクを平面視する場合における、前記複数の第 1 磁石の配置に係る

50

ピッチ円直径を D_1 とし、

前記第 2 ロータディスクを平面視する場合における、前記複数の第 2 磁石の配置に係るピッチ円直径を D_2 とし、

前記第 3 ロータディスクを平面視する場合における、前記複数の第 3 磁石の配置に係るピッチ円直径を D_3 とするとき、

D_2 および D_3 に対して、 D_1 は大きい

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか記載の動力伝達装置。

【請求項 6】

前記第 2 ロータディスクに配置の前記複数の第 2 磁石、および前記第 3 ロータディスクに配置の前記複数の第 3 磁石は、それぞれが 4 極、6 極、8 極の何れかである

ことを特徴とする請求項 5 記載の動力伝達装置。

【請求項 7】

前記複数の第 1 磁石、および前記複数の第 2 磁石、および前記複数の第 3 磁石は、それぞれが極異方性磁石である

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 の何れか記載の動力伝達装置。

【請求項 8】

さらに、第 3 ロータおよび第 4 ロータを備え、

前記第 3 ロータは、

前記第 1 方向に延び、かつ、前記第 1 回転軸および前記第 2 回転軸に対して前記第 2 方向に間隔をあけて配置されてなる第 3 回転軸と、

前記第 3 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 方向において前記第 2 ロータディスクと前記第 3 ロータディスクとの間に配置されてなる第 4 ロータディスクと、

前記第 3 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 4 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 5 ロータディスクと、

前記第 3 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 方向において前記第 5 ロータディスクを挟んで前記第 4 ロータディスクとは反対側に、前記第 5 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 6 ロータディスクと、

前記第 4 ロータディスクの一方の主面の外縁部、および前記第 4 ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第 4 磁石と、

前記第 5 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 6 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 5 磁石と、

前記第 6 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 5 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 6 磁石と、

を有し、

前記第 4 ロータは、

前記第 1 方向に延び、かつ、前記第 1 回転軸および前記第 3 回転軸に対して前記第 2 方向に間隔をあけて配置されてなる第 4 回転軸と、

前記第 4 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 方向において前記第 5 ロータディスクと前記第 6 ロータディスクとの間に配置されてなる第 7 ロータディスクと、

前記第 7 ロータディスクの一方の主面の外縁部、および前記第 7 ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第 7 磁石と、

を有し、

前記第 1 ロータは、さらに、

前記第 1 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 8 ロータディスクと、

前記第 1 回転軸に固定され、前記第 2 方向を径方向とし、かつ、前記第 1 方向において前記第 7 ロータディスクを挟んで前記第 8 ロータディスクとは反対側に、前記第 8 ロータディスクと前記第 1 方向に間隔をあけて配置されてなる第 9 ロータディスクと、

前記第 8 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 7 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 8 磁石と、

前記第 9 ロータディスクにおける前記第 1 方向の前記第 7 ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第 9 磁石と、
を有し、

前記複数の第 4 磁石の一部と、前記複数の第 2 磁石の一部および前記複数の第 3 磁石の一部とは、互いに間隔をあけた状態で対向し、

前記複数の第 7 磁石の一部と、前記複数の第 5 磁石の一部および前記複数の第 6 磁石の一部とは、互いに間隔をあけた状態で対向し、

前記複数の第 7 磁石の一部と、前記複数の第 8 磁石の一部および前記複数の第 9 磁石の一部とは、互いに間隔をあけた状態で対向し、

前記第 2 ロータと前記第 3 ロータとは、前記複数の第 4 磁石と、前記複数の第 2 磁石および前記複数の第 3 磁石との磁力をもって同期した状態で連動し、

前記第 4 ロータと前記第 1 ロータおよび前記第 3 ロータとは、前記複数の第 7 磁石と、前記複数の第 5 磁石および前記複数の第 6 磁石および前記複数の第 8 磁石および前記複数の第 9 磁石との磁力をもって同期した状態で連動し、

前記第 2 回転軸および前記第 4 回転軸の一方の回転駆動力が、前記第 1 回転軸と前記第 3 回転軸に分割され、前記第 2 回転軸および前記第 4 回転軸の他方に統合されて伝達される

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れか記載の動力伝達装置。

【請求項 9】

回転駆動力を発生する駆動源と、

前記駆動源からの前記回転駆動力を伝達する動力伝達装置と、
を備え、

前記動力伝達装置として、請求項 1 から請求項 8 の何れかの動力伝達装置を備えることを特徴とする駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気歯車を用いた動力伝達装置および駆動装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、磁気歯車を用いた動力伝達装置が研究・開発されている。例えば、特許文献 1 には、動力伝達装置の一例である磁気歯車減速機の構造が開示されている。

【0003】

特許文献 1 が開示の技術では、電動モータの出力軸と、ウォームギア機構部のウォーム軸との間の動力伝達に、非接触型の動力伝達装置が採用されている。具体的には、電動モータの出力軸とウォームギア機構部のウォーム軸とは、平行かつ偏心して配置されている。出力軸の端部、およびウォーム軸の端部には、それぞれ円盤形状のディスクが固着されている。ウォーム軸の側のディスクは、出力軸の側のディスクよりも大径となっている。そして、各ディスクにおける互いの対向面には、それぞれの外縁部に複数の磁石が平面視円環状に設けられている。ウォーム軸の側のディスクに設けられた磁石と、出力軸の側のディスクに設けられた磁石とは、一部同士が対向するようになっている。

【0004】

このような磁気歯車を用いた非接触型の動力伝達装置では、直接的・物理的に接触する歯車を用いた動力伝達装置よりも、伝達ロスを低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2015 - 229378 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示された動力伝達装置では、信頼性の観点での問題が生じる。即ち、特許文献1に開示の動力伝達装置では、ウォーム軸の側のディスクに設けられた磁石と、出力軸の側のディスクに設けられた磁石とが、互いに出力軸およびウォーム軸の軸方向に対向している。このため、特許文献1に開示の動力伝達装置では、磁石同士の引き合う力が作用し、この力により、出力軸およびウォーム軸に対して、それらの軸方向に力が連続的に作用することになる。よって、特許文献1に開示の動力伝達装置では、出力軸およびウォーム軸、さらにはこれらの軸受に対して、対向する磁石同士の引き合う力に起因する負荷が常に作用することになり、信頼性の観点で問題を生じる。

10

【0007】

本発明は、伝達ロス低減を図ることができるとともに、高い信頼性を実現することができる動力伝達装置および駆動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様に係る動力伝達装置は、第1ロータおよび第2ロータを備える。第1ロータは、第1方向に延びる第1回転軸と、第1回転軸に固定され、第1方向に直交する第2方向を径方向とする第1ロータディスクと、第1ロータディスクの一方の主面の外縁部、および第1ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第1磁石と、を有する。

20

【0009】

第2ロータは、第1方向に延び、かつ、第1回転軸に対して第2方向に間隔をあけて配置されてなる第2回転軸と、第2回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第2ロータディスクと、第2回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1方向において第1ロータディスクを挟んで第2ロータディスクとは反対側に、第1ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第3ロータディスクと、第2ロータディスクにおける第1方向の第1ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第2磁石と、第3ロータディスクにおける第1方向の第1ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第3磁石と、を有する。

30

【0010】

複数の第1磁石の一部と、複数の第2磁石の一部および複数の第3磁石の一部とは、互いに間隔をあけた状態に対向し、第1ロータと第2ロータとは、複数の第1磁石と、複数の第2磁石および複数の第3磁石との磁力をもって同期した状態で連動することを特徴とする。

【0011】

この態様に係る動力伝達装置では、第1方向において、第1ロータの第1ロータディスクが、第2ロータの第2ロータディスクと第3ロータディスクとの間に配置されている。そして、第1ロータディスクの一方の主面に配置された複数の第1磁石の一部と、第2ロータディスクの対向主面に配置された複数の第2磁石の一部とが間隔をあけて対向し、当該対向部分で磁力が作用する。同様に、第1ロータディスクの他方の主面に配置された複数の第1磁石の一部と、第3ロータディスクの対向主面に配置された複数の第3磁石の一部とが間隔をあけて対向し、当該対向部分でも磁力が作用する。このような構成を採用する本態様に係る動力伝達装置では、第1ロータおよび第2ロータの回転時において、対向領域において互に対向する第1磁石と第2磁石とが引き合う力と、同じく対向領域において互に対向する第1磁石と第3磁石とが引き合う力が、互いに相殺する関係の向きに作用する。よって、本態様に係る動力伝達装置では、第1回転軸および第2回転軸にかかる第1方向での力の相殺を図ることができ、第1方向の一方にだけ連続的に力が発生することがない。

40

50

【 0 0 1 2 】

また、本態様に係る動力伝達装置は、磁気歯車を用いた非接触型の動力伝達装置であるので、直接的・物理的に接触する歯車を用いた動力伝達装置よりも、伝達ロス低減を図ることができる。特に、入力回転数が超高回転（例えば、10000rpm以上）の場合などには、高い伝達効率の実現という観点から好適である。

【 0 0 1 3 】

以上のように、本態様に係る動力伝達装置は、伝達ロス低減を図ることができるとともに、高い信頼性を実現することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、複数の第1磁石の一部と、複数の第2磁石の一部および複数の第3磁石の一部とが互いに間隔をあけた状態で対向する領域（「対向領域」ということがある）において、対向する第1磁石と第2磁石は、一方がS極であって、他方がN極であり、対向する第1磁石と前記第3磁石は、一方がS極であって、他方がN極であり、かつ、第1ロータディスクをその厚み方向に挟んで第1方向に背中合わせに配置された2つの第1磁石は、一方がS極であって、他方がN極である、とすることもできる。

10

【 0 0 1 5 】

この態様に係る動力伝達装置では、対向する第1磁石と第2磁石を互いに異なる極とし、かつ、対向する第1磁石と第3磁石を互いに異なる極とし、かつ、第1ロータディスクをその厚み方向に挟んで背中合わせに配置される2つの第1磁石を互いに異なる極として

20

【 0 0 1 6 】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、第2ロータディスクおよび第3ロータディスクおよび第2回転軸が磁性材料からなる、とすることもできる。

【 0 0 1 7 】

この態様に係る動力伝達装置では、上記優位性に加え、第1ロータディスクと第2ロータディスクと第2回転軸と第3ロータディスクとの各一部でのループで、磁束の流れを形成することができる。これにより伝達効率のさらなる向上を図ることができるという優位性も得ることができる。

30

【 0 0 1 8 】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、複数の第1磁石の一部と、複数の第2磁石の一部および複数の第3磁石の一部とが対向する領域における、磁石対向面積を S_1 、 S_2 とし、第2ロータディスク、および第3ロータディスクにおける、内部磁路面積を S_3 、 S_4 とし、第2回転軸の第2方向での断面積を S_5 とするとき、 S_1 および S_2 に対して、 S_3 および S_4 および S_5 が同等以上である、とすることもできる。

【 0 0 1 9 】

この態様に係る動力伝達装置では、上記優位性に加え、形成された磁束の流れにおいて、磁束漏れを少なくすることができ、伝達効率のさらなる向上を図ることができるという優位性も得ることができる。

40

【 0 0 2 0 】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、第1ロータディスクを平面視する場合における、複数の第1磁石の配置に係るピッチ円直径（P・C・D）を D_1 とし、第2ロータディスクを平面視する場合における、複数の第2磁石の配置に係るピッチ円直径（P・C・D）を D_2 とし、第3ロータディスクを平面視する場合における、複数の第3磁石の配置に係るピッチ円直径（P・C・D）を D_3 とするとき、 D_2 および D_3 に対して、 D_1 が大きい、とすることもできる。

50

【0021】

この態様に係る動力伝達装置では、上記優位性に加え、減速機あるいは増速機としての機能を得ることができる。この場合、特に、入力回転数が超高回転（例えば、10000rpm以上）の場合などには、第1回転軸および第2回転軸、あるいはこれらの軸受に対する第1方向（軸方向）への負荷の低減を図ることで、構造的に大きな減速比または増速比を実現するのに好適である。

【0022】

また、上記態様に係る動力伝達装置では、 D_2 および D_3 に対して D_1 が大きい構成としているので、第1ロータディスクに対して、第2ロータディスクおよび第3ロータディスクの直径を小径とすることができる。このため、本態様に係る動力伝達装置では、1枚の大径ディスクと2枚の小径ディスクとの組み合わせとすることで、2枚の大径ディスクと1枚の小径ディスクとの組み合わせとする場合に比べて、軽量化を図ることができる。

10

【0023】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、第2ロータディスクに配置の複数の第2磁石、および第3ロータディスクに配置の複数の第3磁石のそれぞれが、4極、6極、8極の何れかである、とすることもできる。

【0024】

この態様に係る動力伝達装置では、上記優位性に加え、磁石同士の対向領域において、小径の第2ロータディスクおよび第3ロータディスクに各々配置の第2磁石および第3磁石をより広い面積で使うことができるという優位性も得ることができる。また、第1磁石と第2磁石および第3磁石の対向領域において、第1ロータおよび第2ロータの回転に伴う、磁石の同極同士の重なり部分の面積を小さくすることができる。これより、第1ロータディスクと第2ロータディスクおよび第3ロータディスクとの間での第1方向で作用する負の力を小さくすることができ、高トルクの伝達を実現するのに好適である。

20

【0025】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成において、複数の第1磁石、および複数の第2磁石、および複数の第3磁石のそれぞれが極異方性磁石である、とすることもできる。

【0026】

この態様に係る動力伝達装置では、N極とS極との境界近辺の磁束交換面で磁束がより滑らかに流れ、各磁極の中心付近ではより大きな磁束が流れるようになる。よって、この態様に係る動力伝達装置では、上記優位性に加え、伝達効率のより一層の向上を図ることができるとともに、高トルクの伝達を実現するために優れる。

30

【0027】

また、本発明の別態様に係る動力伝達装置では、上記態様の構成に加え、第3ロータおよび第4ロータを備える。第3ロータは、第1方向に延び、かつ、第1回転軸および第2回転軸に対して第2方向に間隔をあけて配置されてなる第3回転軸と、第3回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1方向において第2ロータディスクと第3ロータディスクとの間に配置されてなる第4ロータディスクと、第3回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第4ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第5ロータディスクと、第3回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1方向において第5ロータディスクを挟んで第4ロータディスクとは反対側に、第5ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第6ロータディスクと、第4ロータディスクの一方の主面の外縁部、および第4ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第4磁石と、第5ロータディスクにおける第1方向の第6ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第5磁石と、第6ロータディスクにおける第1方向の第5ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第6磁石と、を有する。

40

【0028】

第4ロータは、第1方向に延び、かつ、第1回転軸および第3回転軸に対して第2方向

50

に間隔をあけて配置されてなる第4回転軸と、第4回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1方向において第5ロータディスクと第6ロータディスクとの間に配置されてなる第7ロータディスクと、第7ロータディスクの一方の主面の外縁部、および第7ロータディスクの他方の主面の外縁部に平面視円環状に配置されてなる複数の第7磁石と、を有する。

【0029】

また、第1ロータは、上記構成に加え、第1回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第8ロータディスクと、第1回転軸に固定され、第2方向を径方向とし、かつ、第1方向において第7ロータディスクを挟んで第8ロータディスクとは反対側に、第8ロータディスクと第1方向に間隔をあけて配置されてなる第9ロータディスクと、第8ロータディスクにおける第1方向の第7ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第8磁石と、第9ロータディスクにおける第1方向の第7ロータディスクの側の主面の外縁部に、平面視円環状に配置されてなる複数の第9磁石と、を有する。

10

【0030】

そして、本態様に係る動力伝達装置では、複数の第4磁石の一部と、複数の第2磁石の一部および複数の第3磁石の一部とが互いに間隔をあけた状態に対向し、複数の第7磁石の一部と、複数の第5磁石の一部および複数の第6磁石の一部とが互いに間隔をあけた状態に対向し、複数の第7磁石の一部と、複数の第8磁石の一部および複数の第9磁石の一部とが互いに間隔をあけた状態に対向する。これより、第2ロータと第3ロータとは、複数の第4磁石と、複数の第2磁石および複数の第3磁石との磁力をもって同期した状態で連動し、第4ロータと第1ロータおよび第3ロータとは、複数の第7磁石と、複数の第5磁石および複数の第6磁石および複数の第8磁石および複数の第9磁石との磁力をもって同期した状態で連動する。

20

【0031】

本態様に係る動力伝達装置では、上記構成により、第2ロータの第2回転軸および第4ロータの第4回転軸の一方の回転駆動力が、第1ロータの第1回転軸と第3ロータの第3回転軸に分割され、第2ロータの第2回転軸および第4ロータの第4回転軸の他方に統合されて伝達される。

【0032】

この態様に係る動力伝達装置では、第2ロータと第4ロータとの間での動力伝達が、その動力伝達経路の途中で、第1ロータと第2ロータとに分割された状態で実行され、特に高トルクの伝達などに優位である。また、第2ロータおよび第4ロータに対する、第1ロータおよび第3ロータの配置により、対称的な配置とすることができ、装置全体としての不所望なモーメントの発生を抑制することもできる。

30

【0033】

本態様に係る駆動装置は、回転駆動力を発生する駆動源と、駆動源からの回転駆動力を伝達する動力伝達装置と、を備え、動力伝達装置として、上記の何れかの態様に係る動力伝達装置を備える、ことを特徴とする。

【0034】

この態様に係る駆動装置では、駆動源で発生した回転駆動力を、少ないロスで伝達し出力することができる。特に、駆動源として回転数が超高回転（例えば、10000rpm以上）の電動モータなどを用いる場合には、高い伝達効率の実現という観点から好適である。

40

【0035】

また、上記同様に、動力伝達装置における第1方向へ連続的に負荷がかかることが抑制され、高い信頼性を得ることもできる。

【発明の効果】

【0036】

上記各態様に係る動力伝達装置および駆動装置では、伝達ロスの低減を図ることができ

50

るとともに、高い信頼性を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の第1実施形態に係る動力伝達装置1の構成を示す模式図である。

【図2】(a)は、大径のロータディスク111の模式平面図であり、(b)は、小径のロータディスク101の模式平面図である。

【図3】図1のB部分を抜き出して拡大した部分拡大図である。

【図4】(a)は、ロータディスクを示す模式斜視図であり、(b)は、C部分を抜き出して拡大した部分拡大図であり、(c)は、磁石MG₁における磁束方向を示す模式図であり、(d)は、磁石MG₂における磁束方向を示す模式図であり、(e)は、(c)のD₁-D₁断面での磁力線を示す模式図であり、(f)は、(d)のD₂-D₂断面での磁力線を示す模式図である。

10

【図5】(a)は、極異方性磁石における磁力線を示す模式図であり、(b)は、等方性磁石における磁力線を示す模式図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る動力伝達装置2の構成を示す模式図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る動力伝達装置3の構成を示す模式図である。

【図8】(a)、(b)は、4極構成の小径ロータディスクを採用した場合における大径ロータディスクとの関係を示す模式図であり、(c)、(d)は、2極構成の小径ロータディスクを採用した場合における大径ロータディスクとの関係を示す模式図である。

【図9】本発明の第4実施形態に係る駆動装置5の構成を示す模式図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好ましい数例の実施形態について詳述する。

【0039】

[第1実施形態]

1. 全体構成

本実施形態に係る動力伝達装置1の全体構成について、図1を用い説明する。なお、図1では、骨子となる部材のみを抽出して図示しており、その他の部材(例えば、軸受などの部材)の図示を省略している。

【0040】

30

図1に示すように、動力伝達装置1は、3つのロータ10, 11, 12を備える。ロータ10は、X軸方向に延びる回転軸100と、回転軸100に固定され、X軸方向に直交する平面方向を径方向とする2枚のロータディスク101, 102を有する。これらロータディスク101, 102は、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。また、ロータ10には、ロータディスク101のX軸方向右側の主面101aにおける外縁部に配置された複数の磁石103、およびロータディスク102のX軸方向左側の主面102aにおける外縁部に配置された複数の磁石104を有する。

【0041】

ロータ11は、X軸方向に延び、ロータ10の回転軸100に対してZ軸方向に間隔をあけて配置された回転軸110を有する。回転軸110には、X軸方向に直交する平面方向を径方向とする3枚のロータディスク111, 112, 113が固定されている。これらのロータディスク111, 112, 113についても、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク111は、回転軸110に対して、X軸方向左側で固定されており、X軸方向における、ロータ10のロータディスク101とロータディスク102との間に挟まれる位置に配置されている。

40

【0042】

一方、ロータディスク112は、回転軸110に対して、ロータディスク111からX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定され、ロータディスク113は、ロータディスク112からさらにX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定されている。

【0043】

50

また、ロータ 11 には、ロータディスク 111 の X 軸方向左側の主面 111 a における外縁部に配置された複数の磁石 114、およびロータディスク 111 の X 軸方向右側の主面 111 b における外縁部に配置された複数の磁石 115、およびロータディスク 112 の X 軸方向右側の主面 112 a における外縁部に配置された複数の磁石 116、およびロータディスク 113 の X 軸方向左側の主面 113 a における外縁部に配置された複数の磁石 117 を有する。

【0044】

ロータ 12 は、X 軸方向に延び、ロータ 11 の回転軸 110 に対して Z 軸方向に間隔をあけ、ロータ 10 の回転軸 100 に対して X 軸方向に間隔をあけて配置された回転軸 120 を有する。回転軸 120 には、X 軸方向に直交する平面方向を径方向とするロータディスク 121 が固定されている。ロータディスク 121 についても、X 軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク 121 は、回転軸 120 に対して、X 軸方向における、ロータ 11 のロータディスク 112 とロータディスク 113 との間に挟まれる位置に配置されている。

10

【0045】

また、ロータ 12 には、ロータディスク 121 の X 軸方向右側の主面 121 a における外縁部に配置された複数の磁石 122、およびロータディスク 121 の X 軸方向左側の主面 121 b における外縁部に配置された複数の磁石 123 を有する。

【0046】

ここで、複数の磁石 103, 104, 114, 115, 116, 117, 122, 123 については、各ロータディスク 101, 102, 111, 112, 113, 121 を X 軸方向から平面視する場合に、それぞれ円環状に配置されている（図 1 では、一部の磁石のみを簡略的に図示）。

20

【0047】

ロータディスク 111 の主面 111 a に配置された複数の磁石 114 の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域 A₁ において、ロータディスク 101 に配置された複数の磁石 103 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。また、ロータディスク 111 の主面 111 b に配置された複数の磁石 115 の一部は、領域 A₁ において、ロータディスク 102 に配置された複数の磁石 104 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

30

【0048】

ここで、領域 A₁ において、対向する磁石 114 と磁石 103 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 A₁ において、対向する磁石 115 と磁石 104 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。また、ロータディスク 111 をその厚み方向に挟んで X 軸方向に背中合わせに配置された磁石 114 と磁石 115 とは、一方が S 極であって、他方が N 極である。

【0049】

ロータディスク 121 に配置された複数の磁石 122 の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域 A₂ において、ロータディスク 112 に配置された複数の磁石 116 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。同様に、ロータディスク 121 に配置された複数の磁石 123 の一部は、領域 A₂ において、ロータディスク 113 に配置された複数の磁石 117 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

40

【0050】

ここで、領域 A₂ においても、対向する磁石 122 と磁石 116 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 A₂ において、対向する磁石 123 と磁石 117 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。また、ロータディスク 121 をその厚み方向挟んで X 軸方向に背中合わせに配置された磁石 122 と磁石 123 とは、一方が S 極であって、他方が N 極である。

【0051】

動力伝達装置 1 は、上記の構成を有することで、動力伝達経路 P W₁ が形成され、磁気

50

歯車を用いた非接触型の減速機として機能する。例えば、ロータ10の回転軸100に回転駆動力が入力された場合（ IN_1 ）、ロータ11の回転軸110に対して低速回転化・高トルク化されて動力伝達され、さらに、ロータ12の回転軸120に対して、低速回転化・高トルク化されて出力される（ OUT_1 ）。一例として、ロータ10の回転軸100の回転数と、ロータ11の回転軸110の回転数と、ロータ12の回転軸120の回転数の比は、 $100000rpm : 10000rpm : 1000rpm$ である。

【0052】

なお、動力伝達装置1において、回転駆動力の入力と出力を入れ替えると、増速機として機能することになる。

【0053】

2. ロータディスク101, 102, 111, 112, 113, 121に対する磁石103, 104, 114, 115, 116, 117, 122, 123の配置形態

ロータディスク111, 121に対する磁石114, 115, 122, 123の配置形態について、図2(a)を用い説明する。なお、図2(a)では、ロータディスク111の主面111aに対する磁石114の配置形態だけを図示しているが、ロータディスク111の主面111bに対する磁石115の配置形態、ロータディスク121の主面121a, 121bに対する磁石122, 123の各配置形態についても同様である。

【0054】

図2(a)に示すように、平面視円盤形状のロータディスク111に対しては、主面111aの外縁部に複数の磁石114が配置されている。複数の磁石114は、周方向にS極・N極が交互に並んでおり、全体として平面視円環状の配置形態をなしている。

【0055】

なお、本実施形態では、一例として40極の構成としている。また、本実施形態では、ロータディスク111の最外縁部に複数の磁石114を配置することとしているが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0056】

次に、ロータディスク101, 102, 112, 113に対する磁石103, 104, 116, 117の配置形態について、図2(b)を用い説明する。なお、図2(b)では、ロータディスク101の主面101aに対する磁石103の配置形態だけを図示しているが、ロータディスク102の主面102aに対する磁石104の配置形態、ロータディスク112の主面112aに対する磁石116の配置形態、およびロータディスク113の主面113aに対する配置形態についても同様である。

【0057】

図2(b)に示すように、小径の平面視円盤形状のロータディスク101に対しても、主面101aの外縁部に複数の磁石103が配置されている。複数の磁石103は、周方向にS極・N極が交互に並んでおり、全体として平面視円環状の配置形態をなしている。本実施形態では、一例として4極の構成としているが、6極あるいは8極とすることもできる。これは、減速比との関係に基づいて設定することができる。

【0058】

また、小径のロータディスク103に対しても、その最外縁部に複数の磁石103を配置することとしているが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0059】

図2(a)、(b)に示すように、減速機としての動力伝達装置1では、領域 A_1 における動力伝達経路 PW_1 （図1を参照。）における下流側のロータディスク101への複数の磁石103の配置に係るピッチ円直径（ $P.C.D$ ） D_{103} に対して、上流側のロータディスク111への複数の磁石114の配置に係るピッチ円直径（ $P.C.D$ ） D_{114} が大きい。減速比については、ピッチ円直径 D_{103} および磁石103の数（極数）と、ピッチ円直径 D_{114} および磁石114の数（極数）との比により規定することができる。

【0060】

10

20

30

40

50

3. 領域 A_1 , A_2 およびその周辺領域での磁束の流れ

本実施の形態に係る動力伝達装置 1 では、回転軸 100, 110, 120、およびロータディスク 101, 102, 111, 112, 113, 121 が、磁性材料から構成されている。これにより、図 3 の破線で囲んで示すように、領域 A_1 , A_2 およびその周辺領域での磁束の流れ MF_1 を形成することができる。なお、図 3 では、領域 A_1 での磁束の流れ MF_1 だけを図示しているが、領域 A_2 についても同様に磁束の流れを形成することができる。

【0061】

さらに、図 3 に示すように、動力伝達装置 1 において、磁石 114 と磁石 103 との磁石対向面積、および磁石 115 と磁石 104 との磁石対向面積を S_{OP} とする。ロータディスク 101 の内部磁路面積を S_{101} とし、ロータディスク 102 の内部磁路面積を S_{102} とする。そして、回転軸 100 における X 軸方向に直交する平面方向での断面積を S_{100} とするとき、本実施形態では、 S_{OP} に対して、 S_{101} 、 S_{102} および S_{100} が同等以上である。

10

【0062】

このように規定することにより、領域 A_1 およびその周辺領域での磁束漏れを少なくすることができる。これにより、伝達効率の向上を図ることができるとともに、大きなトルクの動力を伝達することができる。

【0063】

4. 極異方性磁石の採用

本実施形態に係る動力伝達装置 1 では、磁石 103, 104, 114, 115, 116, 117, 122, 123 に等方性磁石を採用することもできるが、極異方性磁石を採用することが好ましい。これについて、図 4 および図 5 を用い説明する。

20

【0064】

図 4 (a) に示すように、ロータディスクの外縁部に、その周方向に磁石 MG_1 と磁石 MG_2 とが交互に配置された状態を仮定する。磁石 MG_1 および磁石 MG_2 は、ともに極異方性磁石であって、一方が S 極、他方が N 極である。図 4 (b) は、図 4 (a) の C 部分を拡大した図であり、紙面手前側が磁束交換面側である。

【0065】

図 4 (c) に示すように、磁石 MG_1 では、平面視において、磁束方向が円弧の内側を向き、図 4 (d) に示すように、磁石 MG_2 では、平面視において、磁束方向が円弧の外側を向く。

30

【0066】

図 4 (c) の $D_1 - D_1$ 断面を示す図 4 (e) には、磁束が磁束交換面側に向けて収束する方向に向くことがわかる。一方、図 4 (d) の $D_2 - D_2$ 断面を示す図 4 (f) では、磁束が磁束交換面側から反対側の面に向けて発散する方向に向くことがわかる。

【0067】

次に、図 5 (a) に示すように、極異方性磁石を採用する場合には、磁力線は磁石表面側で密度が高くなり、大きな磁力が得られることがわかる。

【0068】

一方、図 5 (b) に示すように、等方性磁石を採用する場合には、極異方性磁石を採用する場合に比べて、磁石表面側での磁力線の密度が低く、相対的に低い磁力しか得られないことがわかる。

40

【0069】

以上より分かるように、本実施形態に係る動力伝達装置 1 では、極異方性磁石からなる磁石 103, 104, 114, 115, 116, 117, 122, 123 を採用することにより、N 極と S 極の境界近辺の磁束交換面側での磁束の流れがより滑らかであり、各極の中心付近でより大きな磁束の流れが形成される。よって、動力伝達装置 1 は、等方性磁石を採用する場合に比べて、高効率かつ高トルクに動力伝達を行うことができる。

【0070】

50

5. 優位性

本実施形態に係る動力伝達装置1では、X軸方向において、ロータ11のロータディスク111が、ロータ10のロータディスク101, 103の間に配置されている。そして、領域A₁において、ロータディスク111の主面111aに配置された複数の磁石114の一部と、ロータディスク101の主面101aに配置された複数の磁石103の一部とが間隔をあけて対向し、当該対向部分で磁力が作用する。同様に、ロータディスク111の主面111bに配置された複数の磁石115の一部と、ロータディスク102の主面102aに配置された複数の磁石104の一部とが間隔をあけて対向し、当該対向部分でも磁力が作用する。

【0071】

このような構成を採用する動力伝達装置1では、ロータ10およびロータ11の回転時において、ロータディスク101の磁石103と、ロータディスク111の対向する磁石114とが引き合う力と、ロータディスク102の磁石104と、ロータディスク111の対向する磁石115とが引き合う力とが、互いに相殺する関係の向きに作用する。よって、動力伝達装置1では、回転軸100および回転軸110にかかるX軸方向の力の相殺を図ることができる。ロータ11とロータ12との間での動力伝達においても、同様に、回転軸110および回転軸120にかかるX軸方向の力の相殺を図ることができる。なお、このような軸方向に働く力の相殺により、図示を省略している軸受けなどへの負荷も低減することができる。

【0072】

また、動力伝達装置1は、磁気歯車を用いた非接触型の動力伝達装置であるので、直接的・物理的に接触する歯車を用いた動力伝達装置よりも、伝達ロス低減を図ることができる。特に、入力回転数が超高回転（例えば、10000rpm以上）の場合などには、高い伝達効率の実現という観点から好適である。

【0073】

以上のように、本実施形態に係る動力伝達装置1は、伝達ロス低減を図ることができるとともに、高い信頼性を実現することができる。

【0074】

さらに、本実施形態に係る動力伝達装置1では、1枚の大径のロータディスク111のX軸方向両側に2枚の小径のロータディスク101, 102を配置し、1枚の大径のロータディスク121のX軸方向両側に2枚の小径のロータディスク112, 113を配置しているので、軽量化を図ることができる。即ち、1枚の大径ロータディスクと2枚の小径ロータディスクとの組み合わせで動力伝達することとしているので、仮に、1枚の小径ロータディスクと2枚の大径ロータディスクとの組み合わせとする場合に比べて、ロータディスクのトータルでの重量低減を図ることができる。

【0075】

[第2実施形態]

1. 全体構成

本発明の第2実施形態に係る動力伝達装置2の全体構成について、図6を用い説明する。なお、図6でも、骨子となる部材のみを抽出して図示しており、その他の部材（例えば、軸受などの部材）の図示を省略している。また、上記第1実施形態と同一の構成については、説明を省略する。

【0076】

図6に示すように、動力伝達装置2についても、3つのロータ20, 21, 22を備える。ロータ20は、X軸方向に延びる回転軸200と、回転軸200に固定され、X軸方向に直交する平面方向を径方向とするロータディスク201を有する。ロータディスク201も、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。また、ロータ20には、ロータディスク201の一方の主面201aにおける外縁部に配置された複数の磁石202、およびロータディスク201の他方の主面201bにおける外縁部に配置された複数の磁石203を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

ロータ 2 1 は、X 軸方向に延び、ロータ 2 0 の回転軸 2 0 0 に対して Z 軸方向に間隔をあけて配置された回転軸 2 1 0 を有する。回転軸 2 1 0 には、X 軸方向に直交する平面方向を径方向とする 3 枚のロータディスク 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 が固定されている。これらのロータディスク 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 についても、X 軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク 2 1 1 は、回転軸 2 1 0 に対して、X 軸方向左側で固定されており、X 軸方向における、ロータ 2 0 のロータディスク 2 0 1 に対し間隔をあけて左側に隣接する位置に配置されている。

【 0 0 7 8 】

ロータディスク 2 1 2 は、回転軸 2 1 0 に対して、ロータディスク 2 1 1 よりも X 軸方向右側の位置で固定されており、X 軸方向における、ロータ 2 0 のロータディスク 2 0 1 に対し間隔をあけて右側に隣接する位置に配置されている。ロータ 2 0 のロータディスク 2 0 1 は、その外周部の一部が、ロータ 2 1 のロータディスク 2 1 1 とロータディスク 2 1 2 との間に配置されることになる。

10

【 0 0 7 9 】

一方、ロータディスク 2 1 3 は、回転軸 2 1 0 に対して、ロータディスク 2 1 2 から X 軸方向右側に間隔をあけた位置に固定されている。

【 0 0 8 0 】

また、ロータ 2 1 には、ロータディスク 2 1 1 の X 軸方向右側の主面 2 1 1 a における外縁部に配置された複数の磁石 2 1 4、およびロータディスク 2 1 2 の X 軸方向左側の主面 2 1 2 a における外縁部に配置された複数の磁石 2 1 5、およびロータディスク 2 1 3 の X 軸方向左側の主面 2 1 3 a a における外縁部に配置された複数の磁石 2 1 6、およびロータディスク 2 1 3 の X 軸方向右側の主面 2 1 3 b における外縁部に配置された複数の磁石 2 1 7 を有する。

20

【 0 0 8 1 】

ロータ 2 2 は、X 軸方向に延び、ロータ 2 1 の回転軸 2 1 0 に対して Z 軸方向に間隔をあけ、ロータ 2 0 の回転軸 2 0 0 に対して X 軸方向に間隔をあけて配置された回転軸 2 2 0 を有する。回転軸 2 2 0 には、X 軸方向に直交する平面方向を径方向とし、互いに X 軸方向に間隔をあけて配置されるロータディスク 2 2 1 , 2 2 2 が固定されている。ロータディスク 2 2 1 , 2 2 2 についても、X 軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク 2 2 1 は、回転軸 2 2 0 に対して、X 軸方向における、ロータ 2 1 のロータディスク 2 1 3 に対し間隔をあけて左側に隣接する位置に配置されている。ロータディスク 2 2 2 は、回転軸 2 2 0 に対して、X 軸方向における、ロータ 2 1 のロータディスク 2 1 3 に対し間隔をあけて右側に隣接する位置に配置されている。

30

【 0 0 8 2 】

また、ロータ 2 2 には、ロータディスク 2 2 1 の X 軸方向右側の主面 2 2 1 a における外縁部に配置された複数の磁石 2 2 3、およびロータディスク 2 2 2 の X 軸方向左側の主面 2 2 2 a における外縁部に配置された複数の磁石 2 2 4 を有する。

【 0 0 8 3 】

ここで、本実施の形態においても、複数の磁石 2 0 2 , 2 0 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6 , 2 1 7 , 2 2 3 , 2 2 4 については、各ロータディスク 2 0 1 , 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 , 2 2 1 , 2 2 2 を X 軸方向から平面視する場合に、それぞれ円環状に配置されている (図 2 を参照) 。

40

【 0 0 8 4 】

ロータディスク 2 0 1 の主面 2 0 1 a に配置された複数の磁石 2 0 2 の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域 E_1 において、ロータディスク 2 1 1 に配置された複数の磁石 2 1 4 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。また、ロータディスク 2 0 1 の主面 2 0 1 b に配置された複数の磁石 2 0 3 の一部は、領域 E_1 において、ロータディスク 2 1 2 に配置された複数の磁石 2 1 5 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

50

【 0 0 8 5 】

ここで、領域 E_1 において、対向する磁石 2 0 2 と磁石 2 1 4 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 E_1 において、対向する磁石 2 0 3 と磁石 2 1 5 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。また、ロータディスク 2 0 1 をその厚み方向に挟んで X 軸方向に背中合わせに配置された磁石 2 0 2 と磁石 2 0 3 とは、一方が S 極であって、他方が N 極である。

【 0 0 8 6 】

ロータディスク 2 2 1 に配置された複数の磁石 2 2 3 の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域 E_2 において、ロータディスク 2 1 3 の主面 2 1 3 a に配置された複数の磁石 2 1 6 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。同様に、ロータディスク 2 2 2 に配置された複数の磁石 2 2 4 の一部は、領域 E_2 において、ロータディスク 2 1 3 の主面 2 1 3 b に配置された複数の磁石 2 1 7 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

10

【 0 0 8 7 】

ここで、領域 E_2 においても、対向する磁石 2 2 3 と磁石 2 1 6 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 E_2 において、対向する磁石 2 2 4 と磁石 2 1 7 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。また、ロータディスク 2 1 3 をその厚み方向挟んで X 軸方向に背中合わせに配置された磁石 2 1 6 と磁石 2 1 7 とは、一方が S 極であって、他方が N 極である。

20

【 0 0 8 8 】

動力伝達装置 2 についても、上記の構成を有することで、動力伝達経路 PW_2 が形成され、磁気歯車を用いた非接触型の減速機として機能する。例えば、ロータ 2 0 に回転駆動力が入力された場合 (IN_2)、ロータ 2 1 に対して低速回転化・高トルク化されて動力伝達され、さらに、ロータ 2 2 に対して、低速回転化・高トルク化されて出力される (OUT_2)。本実施形態に係る動力伝達装置 2 においても、回転駆動力の入力と出力を入れ替えると、増速機として機能することになる。

【 0 0 8 9 】

2. 優位性

本実施形態に係る動力伝達装置 2 でも、ロータ 2 0 およびロータ 2 1 の回転時において、ロータディスク 2 0 1 の磁石 2 0 2 と、ロータディスク 2 1 1 の対向する磁石 2 1 4 とが引き合う力と、ロータディスク 2 0 1 の磁石 2 0 3 と、ロータディスク 2 1 2 の対向する磁石 2 1 5 とが引き合う力が、互いに相殺する関係の向きに作用する。よって、動力伝達装置 2 でも、回転軸 2 0 0 および回転軸 2 1 0 にかかる X 軸方向の力の相殺を図ることができる。ロータ 2 1 とロータ 2 2 との間での動力伝達においても、同様に、回転軸 2 1 0 および回転軸 2 2 0 にかかる X 軸方向の力の相殺を図ることができる。なお、このような軸方向に働く力の相殺により、図示を省略している軸受けなどへの負荷も低減することができる。

30

【 0 0 9 0 】

また、動力伝達装置 2 についても、磁気歯車を用いた非接触型の動力伝達装置であるので、直接的・物理的に接触する歯車を用いた動力伝達装置よりも、伝達ロスの低減を図ることができる。

40

【 0 0 9 1 】

以上より、本実施形態に係る動力伝達装置 2 でも、伝達ロスの低減を図ることができるとともに、高い信頼性を実現することができる。

【 0 0 9 2 】

[第 3 実施形態]

1. 構成

本実施形態に係る動力伝達装置 3 の全体構成について、図 7 を用い説明する。なお、図 7 においても、骨子となる部材のみを抽出して図示しており、その他の部材 (例えば、軸受などの部材) の図示を省略している。

50

【0093】

図7に示すように、動力伝達装置3は、4つのロータ30, 31, 32, 33を備える。ロータ30は、X軸方向に延びる回転軸300と、回転軸300に固定され、X軸方向に直交する平面方向を径方向とする2枚のロータディスク301, 302を有する。これらロータディスク301, 302も、上記第1実施形態および第2実施形態などと同様に、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。

【0094】

また、ロータ30には、ロータディスク301のX軸方向右側の主面301aにおける外縁部に配置された複数の磁石303、およびロータディスク302のX軸方向左側の主面302aにおける外縁部に配置された複数の磁石304を有する。

10

【0095】

ロータ31は、X軸方向に延び、ロータ30の回転軸300に対してZ軸方向に間隔をあけて配置された回転軸310を有する。回転軸310には、X軸方向に直交する平面方向を径方向とする3枚のロータディスク311, 312, 313が固定されている。これらのロータディスク311, 312, 313についても、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク311は、回転軸310に対して、X軸方向左側で固定されており、X軸方向における、ロータ30のロータディスク301とロータディスク302との間に挟まれる位置に配置されている。

【0096】

一方、ロータディスク312は、回転軸310に対して、ロータディスク311からX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定され、ロータディスク313は、ロータディスク312からさらにX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定されている。

20

【0097】

また、ロータ31には、ロータディスク311の一方の主面311aにおける外縁部に配置された複数の磁石314、およびロータディスク311の他方の主面311bにおける外縁部に配置された複数の磁石315、およびロータディスク312の主面312aにおける外縁部に配置された複数の磁石316、およびロータディスク313の主面313aにおける外縁部に配置された複数の磁石317を有する。

【0098】

ロータ32は、X軸方向に延び、ロータ30の回転軸300およびロータ31の回転軸310の双方に対してZ軸方向に間隔をあけて配置された回転軸320を有する。回転軸320には、X軸方向に直交する平面方向を径方向とする3枚のロータディスク321, 322, 323が固定されている。これらのロータディスク321, 322, 323についても、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク321は、回転軸320に対して、X軸方向左側で固定されており、X軸方向における、ロータ30のロータディスク301とロータディスク302との間に挟まれる位置に配置されている。この配置を実現するために、動力伝達装置3では、X軸方向において、ロータ31のロータディスク311とロータ32のロータディスク321とが略同一の位置に配置されている。

30

【0099】

一方、ロータディスク322は、回転軸320に対して、ロータディスク321からX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定され、ロータディスク323は、ロータディスク322からさらにX軸方向右側に間隔をあけた位置に固定されている。

40

【0100】

また、ロータ32には、ロータディスク321の一方の主面321aにおける外縁部に配置された複数の磁石324、およびロータディスク321の他方の主面321bにおける外縁部に配置された複数の磁石325、およびロータディスク322の主面322aにおける外縁部に配置された複数の磁石326、およびロータディスク323の主面323aにおける外縁部に配置された複数の磁石327を有する。

【0101】

ロータ33は、X軸方向に延び、Z軸方向においてロータ31の回転軸310とロータ

50

32の回転軸320との間に双方の回転軸310, 320と間隔をあけ、ロータ30の回転軸300に対してX軸方向に間隔をあけて配置された回転軸330を有する。回転軸330には、X軸方向に直交する平面方向を径方向とするロータディスク331が固定されている。ロータディスク331についても、X軸方向からの平面視で円盤形状を有する。ロータディスク331は、回転軸320に対して、X軸方向における、ロータ31のロータディスク312とロータディスク313との間、およびロータ32のロータディスク322とロータディスク323との間、に挟まれる位置に配置されている。この配置を実現するため、動力伝達装置3では、X軸方向において、ロータ31のロータディスク312とロータ33のロータディスク322とが略同一の位置に配置され、ロータ31のロータディスク313とロータ32のロータディスク323とが略同一の位置に配置されている。

10

【0102】

また、ロータ33には、ロータディスク331の一方の主面331aにおける外縁部に配置された複数の磁石332、およびロータディスク331の他方の主面331bにおける外縁部に配置された複数の磁石333を有する。

【0103】

ここで、複数の磁石303, 304, 314, 315, 316, 317, 324, 325, 326, 327, 332, 333については、各ロータディスク301, 302, 311, 312, 313, 321, 322, 323, 331をX軸方向から平面視する場合に、それぞれ円環状に配置されている(図7でも、一部の磁石のみを簡略的に図示)。

20

【0104】

ロータディスク311の主面311aに配置された複数の磁石314の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域F₁において、ロータディスク301に配置された複数の磁石303の一部に対して、X軸方向に間隔をあけた状態で対向する。また、ロータディスク311の主面311bに配置された複数の磁石315の一部は、領域F₁において、ロータディスク302に配置された複数の磁石304の一部に対して、X軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

【0105】

ここで、領域F₁において、対向する磁石314と磁石303は、一方がS極であって、他方がN極である。同様に、領域F₁において、対向する磁石315と磁石304は、一方がS極であって、他方がN極である。また、ロータディスク311をその厚み方向に挟んでX軸方向に背中合わせに配置された磁石314と磁石315とは、一方がS極であって、他方がN極である。

30

【0106】

ロータディスク321の主面321aに配置された複数の磁石324の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域F₂において、ロータディスク301に配置された複数の磁石303の一部に対して、X軸方向に間隔をあけた状態で対向する。また、ロータディスク321の主面321bに配置された複数の磁石325の一部は、領域F₂において、ロータディスク302に配置された複数の磁石304の一部に対して、X軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

40

【0107】

ここで、領域F₂において、対向する磁石324と磁石303は、一方がS極であって、他方がN極である。同様に、領域F₂において、対向する磁石325と磁石304は、一方がS極であって、他方がN極である。また、ロータディスク321をその厚み方向に挟んでX軸方向に背中合わせに配置された磁石324と磁石325とは、一方がS極であって、他方がN極である。

【0108】

ロータディスク331に配置された複数の磁石332の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域F₃において、ロータディスク312に配置された複数の磁石316の一部に対して、X軸方向に間隔をあけた状態で対向する。同様に、ロータディスク331に配置された

50

複数の磁石 3 3 3 の一部は、領域 F_3 において、ロータディスク 3 1 3 に配置された複数の磁石 3 1 7 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

【 0 1 0 9 】

ここで、領域 F_3 においても、対向する磁石 3 3 2 と磁石 3 1 6 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 F_3 において、対向する磁石 3 3 3 と磁石 3 1 7 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。また、ロータディスク 3 3 1 をその厚み方向挟んで X 軸方向に背中合わせに配置された磁石 3 3 2 と磁石 3 3 3 とは、一方が S 極であって、他方が N 極である。

【 0 1 1 0 】

また、ロータディスク 3 3 1 に配置された複数の磁石 3 3 2 の一部は、二点鎖線で囲んで示す領域 F_4 において、ロータディスク 3 2 2 に配置された複数の磁石 3 2 6 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。同様に、ロータディスク 3 3 1 に配置された複数の磁石 3 3 3 の一部は、領域 F_4 において、ロータディスク 3 2 3 に配置された複数の磁石 3 2 7 の一部に対して、X 軸方向に間隔をあけた状態で対向する。

【 0 1 1 1 】

ここで、領域 F_4 においても、対向する磁石 3 3 2 と磁石 3 2 6 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。同様に、領域 F_4 において、対向する磁石 3 3 3 と磁石 3 2 7 は、一方が S 極であって、他方が N 極である。

【 0 1 1 2 】

動力伝達装置 3 は、上記の構成を有することで、動力伝達経路 PW_{30} が、動力伝達経路 PW_{31} と動力伝達経路 PW_{32} に一旦分割され、ロータ 3 3 で動力伝達経路 PW_{33} に統合される。そして、本実施形態に係る動力伝達装置 3 も、磁気歯車を用いた非接触型の減速機として機能する。例えば、ロータ 3 0 に回転駆動力が入力された場合 (IN_3)、ロータ 3 1 およびロータ 3 2 に対して低速回転化・高トルク化されて動力伝達され、さらに、ロータ 3 3 に対して、低速回転化・高トルク化されて出力される (OUT_3)。

【 0 1 1 3 】

なお、動力伝達装置 3 においても、回転駆動力の入力と出力を入れ替えると、増速機として機能することになる。

【 0 1 1 4 】

2. 優位性

本実施形態に係る動力伝達装置 3 では、ロータ 3 0 の回転軸 3 0 0 の回転駆動力が、一旦、ロータ 3 1 の回転軸 3 1 0 とロータ 3 2 の回転軸 3 2 0 とに分割された状態で実行され (PW_{31} と PW_{32} に分割)、再度、ロータ 3 3 の回転軸 3 3 0 で統合される (PW_{33} に統合)。よって、上記第 1 実施形態と同様の優位性を有するとともに、高トルクの伝達にさらに優位である。また、ロータ 3 0 およびロータ 3 3 に対する、ロータ 3 1 およびロータ 3 2 の配置により、対称的な配置とすることができ、動力伝達に起因する装置全体での不所望なモーメントの発生を抑制することもできる。

【 0 1 1 5 】

なお、動力伝達装置 3 において、回転駆動力の入力と出力を入れ替え、増速機として用いる場合であっても、その動力伝達経路の途中で、一旦、ロータ 3 1 の回転軸 3 1 0 とロータ 3 2 の回転軸 3 2 0 とに分割されることは同様である。この場合にも、上記同様の優位性が得られる。

【 0 1 1 6 】

[小径のロータディスクへの磁石の配置数についての考察]

上記第 1 実施形態、第 2 実施形態および第 3 実施形態では、小径のロータディスク 1 0 1, 1 0 2, 1 1 2, 1 1 3, 2 0 1, 2 1 3, 3 0 1, 3 0 2, 3 1 2, 3 1 3, 3 2 2, 3 2 3 へ配置の磁石数を、一例として S 極が 2 つ、N 極が 2 つの合計 4 つ、即ち、4 極としている。上述のように、6 極とすることや 8 極とすることも可能であるが、2 極とすることは高信頼性を実現する上で好ましくない。これについて、図 8 を用い説明する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 7 】

先ず、4極構成のロータディスクを採用する場合について説明する。

【 0 1 1 8 】

図8(a)に示すように、小径ロータディスク RD_2 がある位相状態にあるとき、そのN極磁石 MG_{N_2} は、大径ロータディスク RD_1 のS極磁石 MG_{S_1} と紙面垂直方向に対向する。この位相状態では、大径ロータディスク RD_1 のN極磁石 MG_{N_1} は、小径ロータディスク RD_2 のN極磁石 MG_{N_2} とは対向していない状態となっている。

【 0 1 1 9 】

小径ロータディスク RD_2 を 45° 左回転させると、大径ロータディスク RD_1 が所定角度だけ連動して回転する。回転後の状態を示すのが図8(b)である。図8(b)に示すように、小径ロータディスク RD_2 が 45° 回転し終わった状態では、大径ロータディスク RD_1 との対向領域における中間部分に、N極磁石 MG_{N_2} とS極磁石 MG_{S_2} との境界が存在することになる。これに対して、大径ロータディスク RD_1 も同期して回転しているため、小径ロータディスク RD_2 のN極磁石 MG_{N_2} には大径ロータディスク RD_1 のS極磁石 MG_{S_1} が対向し、小径ロータディスク RD_2 のS極磁石 MG_{S_2} には大径ロータディスク RD_1 のN極磁石 MG_{N_1} が対向した状態となる。

【 0 1 2 0 】

以上より、小径ロータディスク RD_2 を4極構成とする場合には、小径ロータディスク RD_2 の磁石 MG_{S_2} 、 MG_{N_2} を広い面積で使用することができ、かつ、大径ロータディスク RD_1 との間で磁石の同極同士が対向する部分の面積を小さくすることができる。よって、対向領域における負の力を小さくすることができ、大きなトルク伝達に好適である。

【 0 1 2 1 】

次に、2極構成のロータディスクを採用する場合について説明する。

【 0 1 2 2 】

図8(c)に示すように、小径ロータディスク RD_3 が所定の位相状態にあるとき、そのN極磁石 MG_{N_4} は、大径ロータディスク RD_3 のS極磁石 MG_{S_3} と紙面垂直方向に対向する。この位相状態では、大径ロータディスク RD_3 のN極磁石 MG_{N_3} は、小径ロータディスク RD_4 のN極磁石 MG_{N_4} とは対向していない状態となっている。

【 0 1 2 3 】

小径ロータディスク RD_4 を 45° 左回転させると、大径ロータディスク RD_3 が所定角度だけ連動して回転する。回転後の状態を示すのが図8(d)である。図8(d)に示すように、小径ロータディスク RD_4 が 45° 回転し終わった状態では、大径ロータディスク RD_3 との対向領域において、破線で示す箇所に、N極磁石 MG_{N_4} とS極磁石 MG_{S_4} との境界が存在することになる。これに対して、大径ロータディスク RD_3 も所定の角度だけ回転しているため、小径ロータディスク RD_4 のN極磁石 MG_{N_4} の一部に対し、大径ロータディスク RD_3 のN極磁石 MG_{N_3} の一部が対向した状態となる。これにより、N極磁石 MG_{N_4} の一部とN極磁石 MG_{N_3} の一部が対向する領域では、互いに反発する力が働くことになる。

【 0 1 2 4 】

以上より、2極構成の小径ロータディスク RD_4 を採用する場合には、回転位相によって小径ロータディスク RD_4 と大径ロータディスク RD_3 との間で、引き合う力と反発する力が交互に作用することになる。よって、高い信頼性を実現する上では望ましくない。

【 0 1 2 5 】

なお、図8(a)、(b)では、4極構成の小径ロータディスク RD_2 を採用したが、6極構成および8極構成でも、高い信頼性を実現することができる。

【 0 1 2 6 】

[第 4 実施形態]

第4実施形態に係る駆動装置5について、図9を用い説明する。

【 0 1 2 7 】

図 9 に示すように、本実施形態に係る駆動装置 5 は、上記第 1 実施形態に係る動力伝達装置 1 と、駆動モータ 5 1 と、モータ制御器 5 2 と、回転角センサ 5 3 とを備える。このうち、動力伝達装置 1 については、上述の通りであり、ここでの詳細な説明は省略する。

【 0 1 2 8 】

ただし、動力伝達装置 1 におけるロータ 1 2 の回転軸 1 2 0 に対しては、回転角センサ 5 3 が付設されており、回転角信号をモータ制御器 5 2 に送出するための信号路 S_1 が設けられている。なお、信号路 S_1 については、有線信号路および無線信号路の何れであってもよい。

【 0 1 2 9 】

また、駆動モータ 5 1 とモータ制御器 5 2 との間には、モータ制御器 5 2 から電流制御信号を駆動モータ 5 1 に送出するための信号路 S_2 が設けられている。信号路 S_2 についても、有線信号路および無線信号路の何れであってもよい。

【 0 1 3 0 】

ここで、駆動モータ 5 1 には、例えば、リラクタンスマータが採用されている。

【 0 1 3 1 】

駆動装置 5 の駆動においては、回転軸 1 2 0 に付設された回転角センサからの回転角情報がモータ制御器 5 2 にフィードバックされ、モータ制御器 5 2 は、脱調が発生しないように駆動モータ 5 1 への電流信号を制御する。

【 0 1 3 2 】

本実施形態に係る駆動装置 5 では、上記第 1 実施形態に係る動力伝達装置 1 をそのまま具備しているため、上記効果を奏することができる。なお、動力伝達装置として、上記第 2 実施形態に係る動力伝達装置 2 や、上記第 3 実施形態に係る動力伝達装置 3 を採用することもできる。また、回転角センサについては、ロータ 1 2 の回転軸 1 2 0 に付設するだけでなく、ロータ 1 1 の回転軸 1 1 0 に付設することもできるし、回転軸 1 1 0 , 1 2 0 の両方に付設することもできる。また、駆動軸である回転軸 1 0 0 にも付設することとしてもよい。

【 0 1 3 3 】

[変形例]

上記第 1 実施形態および第 2 実施形態では、それぞれ 3 つのロータを構成要素として具備することとし、上記第 3 実施形態では、4 つのロータを構成要素として具備することとしたが、本発明は、これに限定を受けるものではない。例えば、2 つのロータからなる動力伝達装置や、5 つ以上のロータからなる動力伝達装置などとするなどが可能である。

【 0 1 3 4 】

また、上記第 3 実施形態では、動力伝達経路を 2 分割とする構成を採用したが、本発明は、これに限定を受けるものではない。3 つ以上の動力伝達経路に分割することができる。また、上記第 3 実施形態では、分割した動力伝達経路を、最終的に一つの動力伝達経路に統合することとしたが、必ずしも最終的に一つの動力伝達経路に統合する必要はない。即ち、2 系統の出力取り出しの構成を採用することにしてもよい。

【 0 1 3 5 】

また、上記第 1 実施形態から第 3 実施形態では、1 枚のロータディスク 1 1 1 , 1 2 1 , 2 0 1 , 2 1 3 , 3 1 1 , 3 2 1 , 3 3 1 を、2 枚のロータディスク 1 0 1 , 1 0 2 , 1 1 2 , 1 1 3 , 2 1 1 , 2 1 2 , 2 2 1 , 2 2 2 , 3 0 1 , 3 0 2 , 3 1 2 , 3 1 3 , 3 2 2 , 3 2 3 で挟み込んだ形態を採用することとしたが、本発明は、これに限定を受けるものではない。例えば、第 1 ロータに 2 枚のロータディスクを設け、これに対応する第 2 ロータに 3 枚のロータディスクを設けることとしてもよい。この場合、第 1 ロータの 2 枚のロータディスクの各間に第 2 ロータのロータディスクが挿入された形態とすることができる。そして、第 1 ロータの 2 枚のロータディスクには、各々の両主面に複数の磁石を配置する。また、第 2 ロータの端側の 2 枚のロータディスクには、対向主面側に複数の磁

10

20

30

40

50

石を配置し、間に配置されるロータディスクには、その両主面に複数の磁石を配置する。これにより、より高トルクの動力伝達が必要な場合にも対応が可能である。そして、組み合わせるロータディスクの枚数については、さらに増やすことも可能である。

【0136】

また、上記第1実施形態では、一例として、大径のロータディスク111, 121を40極とし、小径のロータディスク101, 102, 112, 113を4極としたが、本発明は、これに限定を受けるものではない。大径のロータディスクに配置する磁石の極数と、小径のロータディスクに配置する磁石の極数とは、減速比(増速比)により適宜変更が可能である。

【0137】

また、上記第4実施形態では、駆動源の一例としてリラクタンスマータを採用することとしたが、本発明は、これに限定を受けるものではない。例えば、DCモータ、誘導モータ、永久磁石式動機モータ(埋め込み磁石型、表面磁石型)、スイッチトリラクタンスマータ、シンクロナスリラクタンスマータなどを採用することもできる。また、駆動源として、電動モータ以外にも、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの内燃機関を採用することもできる。さらに、空圧あるいは油圧のロータリーアクチュエータなどを採用することもできる。

【符号の説明】

【0138】

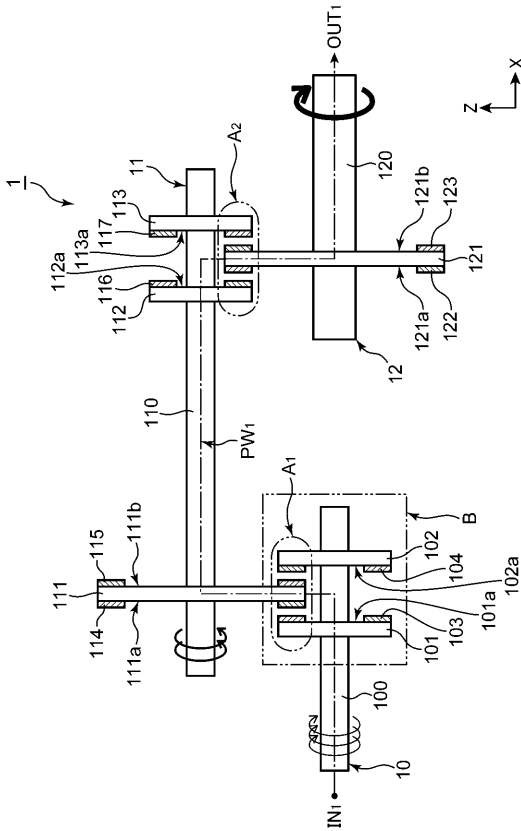
1, 2, 3 動力伝達装置
 5 駆動装置
 10 - 12, 20 - 22, 30 - 33 ロータ
 51 駆動モータ
 52 モータ制御器
 53 回転角センサ
 100, 110, 120, 200, 210, 220, 300, 310, 320, 330
 回転軸
 101 - 102, 111 - 113, 121, 201, 211 - 213, 221 - 222
 , 301 - 302, 311 - 313, 321 - 323, 331 ロータディスク
 103 - 104, 114 - 117, 122 - 123, 202 - 203, 214 - 217
 , 223 - 224, 303 - 304, 314 - 317, 324 - 327, 332 - 333
 磁石

10

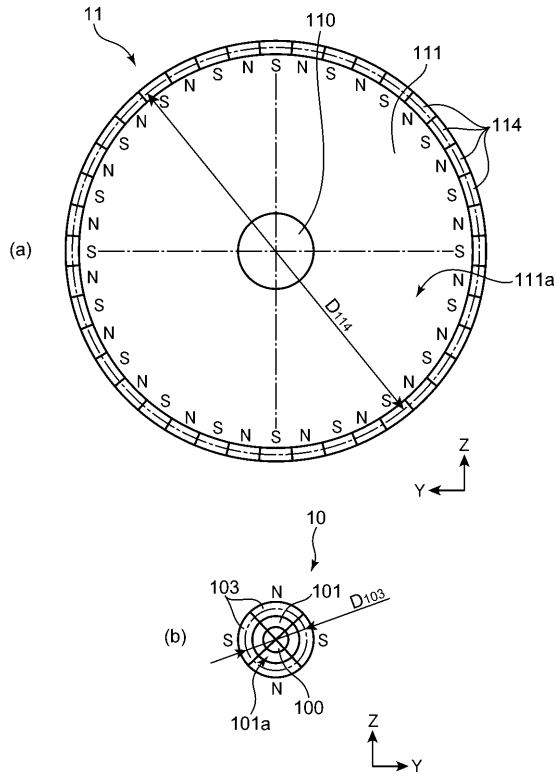
20

30

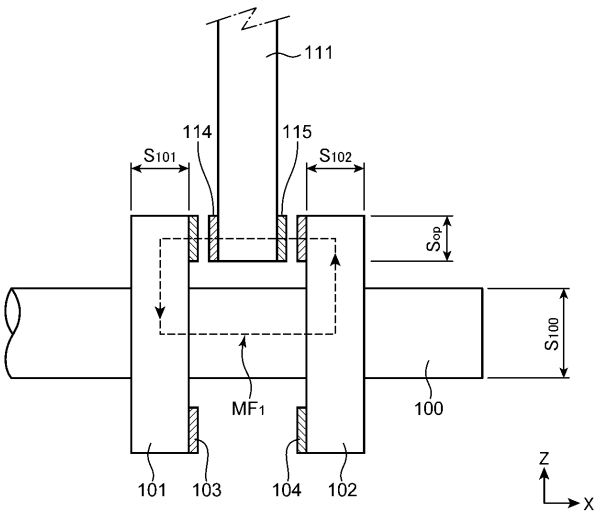
【 図 1 】



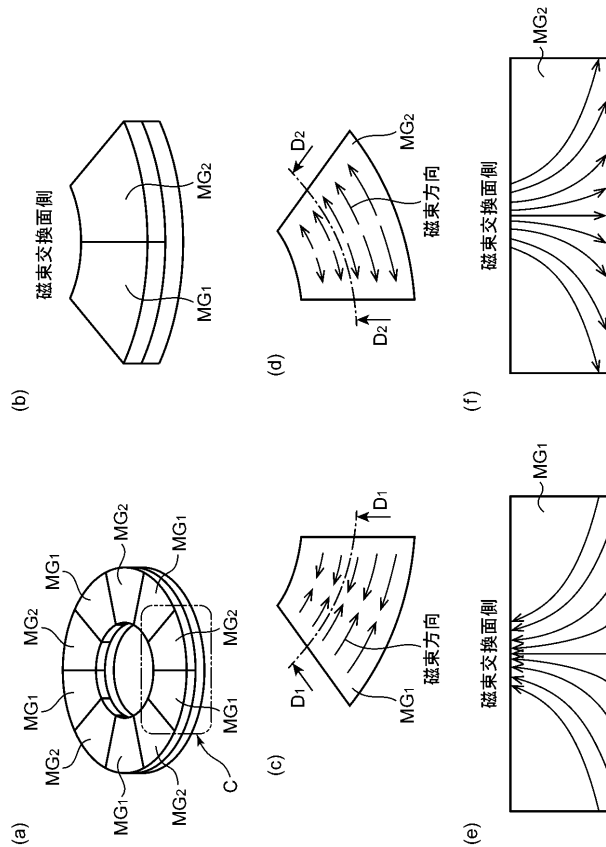
【 図 2 】



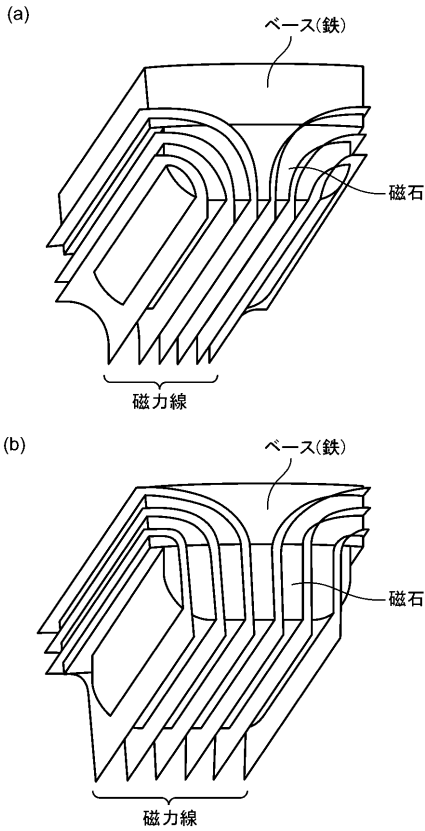
【 図 3 】



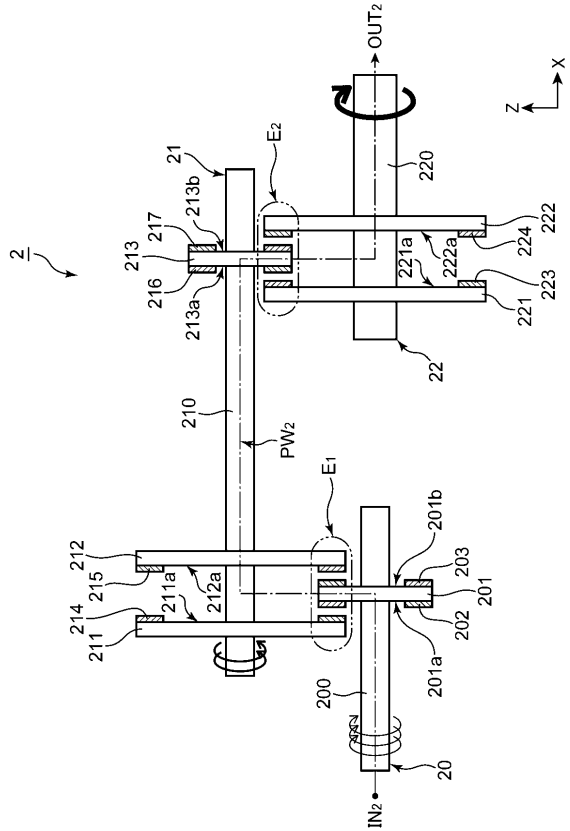
【 図 4 】



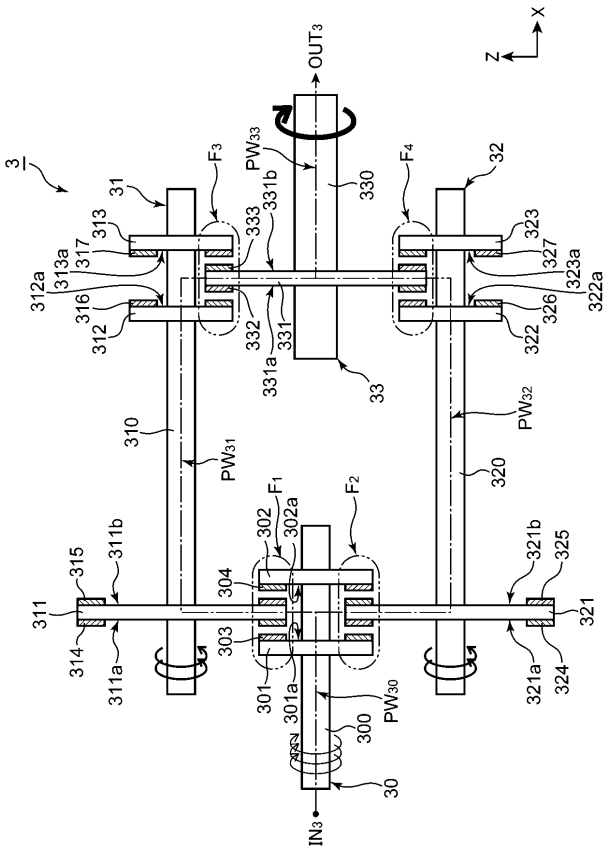
【図5】



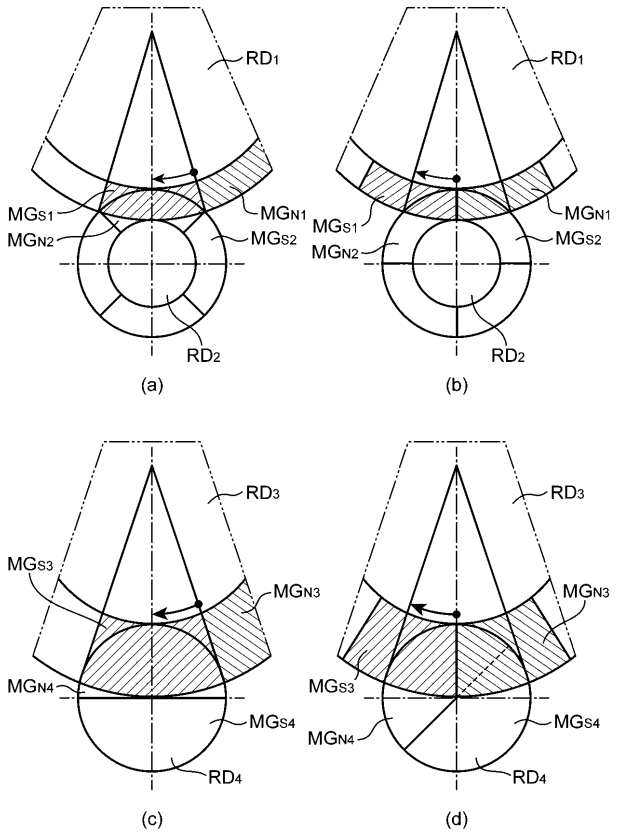
【図6】



【図7】



【図8】



【 図 9 】

